



①9 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT

⑫ **Off nl gungsschrift**
⑩ **DE 199 00 335 A 1**

⑤① Int. Cl.⁶:
H 01 S 3/025
H 01 L 33/00

②① Aktenzeichen: 199 00 335.1
②② Anmeldetag: 7. 1. 99
④③ Offenlegungstag: 23. 12. 99

DE 199 00 335 A 1

③⑩ Unionspriorität:
10-174713 22. 06. 98 JP
⑦① Anmelder:
Mitsubishi Denki K.K., Tokio/Tokyo, JP
⑦④ Vertreter:
Prüfer und Kollegen, 81545 München

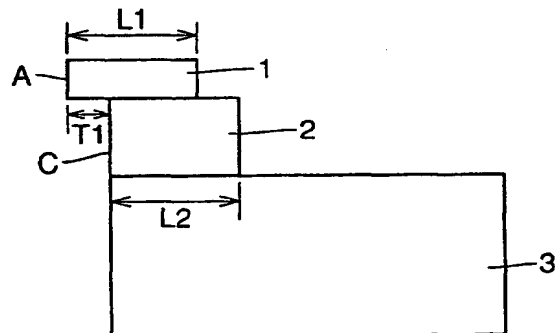
⑦② Erfinder:
Motoda, Takashi, Tokio/Tokyo, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

⑤④ Lichtaussendende Halbleitervorrichtung

⑤⑦ Ein Laserdiodenchip (1) ist an einer oberen Oberfläche einer Unterlage (2) mit Lot verbunden. Die Unterlage (2) ist auf einem Block (3) verbunden. Eine vordere Endoberfläche (C) der Unterlage (2) ist von einer lichtaussendenden Endoberfläche (A) des Laserdiodenchips (1) zu der Seite des Laserdiodenchips um eine Länge zurückgezogen, die nicht 15% einer Länge (L1) eines Resonators des Laserdiodenchips übersteigt. Somit wird eine lichtaussendende Halbleitervorrichtung erhalten, in der eine Verschlechterung des Laserdiodenchips verhindert wird.



DE 199 00 335 A 1

Die vorliegende Erfindung betrifft eine lichtaussendende Halbleitervorrichtung.

Speziell betrifft sie eine lichtaussendende Halbleitervorrichtung, bei der eine in einem Lichtaussendungsabschnitt erzeugte Beanspruchung während der Montage zum Verhindern einer Verschlechterung reduziert wird.

Ein erstes Beispiel einer der Anmelderin bekannten lichtaussendenden Halbleitervorrichtung, eine Halbleiterlaservorrichtung für eine kurze Wellenlänge, die als Lichtquelle für eine optische Kommunikation oder ähnliches verwendet wird, wird nun mit Bezug zu den Figuren beschrieben. Wie in Fig. 10 gezeigt ist, ist die Halbleiterlaservorrichtung mit einem Laserdiodenchip 101 des Kristalls, der auf GaAs basiert, mit Lichtausendungsoberflächen A und B vorgesehen, die jeweils einen Laserstrahl mit einer vorbestimmten Wellenlänge aussenden bzw. emittieren. Der Laserdiodenchip 101 ist mit einer aktiven Schicht (nicht gezeigt) vorgesehen, die eine Funktion der Lichtverstärkung durch induzierte Emission aufweist. Vorbestimmte Halbleiterschichten sind mit der oberen und der unteren Oberfläche der aktiven Schicht verbunden.

Der Laserdiodenchip 101 ist auf einem Unterträger bzw. einer Unterlage 102 aus Silizium verbunden, die wiederum auf einem Block 103 aus Eisen verbunden ist. Dann wird durch Anlegen einer Spannung an eine Elektrode (nicht gezeigt) des Laserdiodenchips 101 Licht in der aktiven Schicht derart verstärkt, daß ein Laserstrahl von den Lichtausendungsoberflächen A und B (von den Enden der aktiven Schicht) ausgesendet wird.

Als nächstes wird als das zweite Beispiel einer der Anmelderin bekannten lichtaussendenden Halbleitervorrichtung eine Halbleiterlaservorrichtung entsprechend der Japanischen Patentanmeldung JP 5-183239 A mit Bezug zu den Figuren beschrieben. Wie in Fig. 11 gezeigt ist, ist ein Laserdiodenchip 201 mit einer aktiven Schicht 209 auf einem Unterträger 202 mit einer dazwischen vorgesehenen Lotschicht 211 gebildet.

Speziell richtet die Halbleiterlaservorrichtung einen Teil eines Laserstrahls zu einer Photodiode (nicht gezeigt), die unterhalb des Laserdiodenchips vorgesehen ist, zum Steuern einer Ausgabe des Laserstrahls, der von dem Laserdiodenchip ausgesendet wird. Somit ist zum Verhindern einer Reflexion des von der aktiven Schicht 209 ausgestrahlten Laserstrahls durch die Lotschicht 211, die den Unterträger 202 und den Diodenchip 201 zum Zweck des stabilen Steuerns der Ausgabe des Laserstrahls verbindet, eine Endoberfläche 202a des Unterträgers 202 von einer Endoberfläche 201a eines Resonators des Laserdiodenchips 201 zurückgezogen. Folglich ist eine Abmessung L_{202} des Unterträgers 202 entlang der Länge des Resonators kürzer als eine Länge L_{201} des Resonators des Laserdiodenchips 201.

Die Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem ersten Beispiel enthält den Laserdiodenchip 101, die Unterlage 102 und den Block 103. Dieser Laserdiodenchip 101, Unterlage 102 und Block 103 sind durch Lot (Lot bzw. Hartlot mit Gold und Zinn) während der Montage verbunden. Zu der Zeit ist jedes der Elemente einer mechanischen Spannung bzw. Beanspruchung proportional zu dem Unterschied seiner Temperatur, dem Unterschied der thermischen Ausdehnungskoeffizienten und des Elastizitätsmoduls von jedem Element beim Übergang von der Temperatur des Schmelzpunktes des Lots zu der Raumtemperatur (25°C) ausgesetzt. Speziell ist der Laserdiodenchip 101 einer Beanspruchung proportional zu dem Unterschied der thermischen Ausdehnungskoeffizienten des Laserdiodenchips 101 und der Unterlage 102, dem Unterschied in seiner Temperatur und dem

Elastizitätsmodul des Laserdiodenchips ausgesetzt.

Dann wird die in dem Laserdiodenchip erzeugte Beanspruchung durch eine dreidimensionale Beanspruchungssimulation entsprechend einem finite Elemente Verfahren berechnet. Zum Zweck der Berechnung wurden, wie in Fig. 10, 12 und 13 gezeigt ist, für die Abmessungen des Laserdiodenchips ($L1 \times W1 \times H1$), der Unterlage ($L2 \times W2 \times H2$) und des Blocks ($L3 \times W3 \times H3$) der Halbleiterlaservorrichtung $300 \times 300 \times 100 \mu\text{m}$, $500 \times 1000 \times 300 \mu\text{m}$ bzw. $2000 \times 2000 \times 1000 \mu\text{m}$ angenommen. Es wird angemerkt, daß Fig. 12 eine Draufsicht der Halbleiterlaservorrichtung ist und daß Fig. 13 eine Seitenansicht davon ist, wenn sie von der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche A betrachtet wird. Zusätzlich wurden für die thermischen Ausdehnungskoeffizienten die Werte des GaAs-Kristalls, des Siliziums und des Eisens entsprechend für den Laserdiodenchip 101, die Unterlage 102 und den Block 103 verwendet. Weiterhin wurden 280°C für den Schmelzpunkt des Hartlots, das die Elemente verbindet, und eine Raumtemperatur von 25°C angenommen.

Fig. 15 zeigt ein von der Simulation gewonnenes Ergebnis, das eine relative Größe der zwischen der einen lichtaussendenden Endoberfläche A und der anderen lichtaussendenden Endoberfläche B erzeugten Beanspruchung bzw. mechanischen Spannung in der Richtung zeigt, die parallel zu der aktiven Schicht des Laserdiodenchips 102 ist. Wie in Fig. 14 gezeigt ist, sind die Größen der in der Nähe der Verbindung zwischen dem Laserdiodenchip 101 und der Unterlage 102 in der Mitte einer Breite $W1$ des Laserdiodenchips 101 erzeugten mechanischen Spannungen für Punkte zwischen der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche A und der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B berechnet (SA-SC-SB).

Wie in Fig. 15 gezeigt ist, ist die in dem Laserdiodenchip 101 erzeugte mechanische Spannung an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche A relativ die kleinste. Weiterhin erhöht sich die mechanische Spannung graduell bzw. allmählich von der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche A zu der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B, wo sie den größten Wert erreicht.

Dann wurde die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B des Laserdiodenchips 101 erzeugte mechanische Spannung speziell entsprechend einem ähnlichen Verfahren mit einem geänderten Wert der Länge $L2$ der Unterlage 102 berechnet. Das Ergebnis ist in Fig. 16 gezeigt. In Fig. 16 stellt die Abszisse ein Verhältnis der Länge $L2$ der Unterlage bezüglich der Länge $L1$, die der Resonatorlänge des Laserdiodenchips 101 entspricht, dar. Wie in Fig. 16 gezeigt ist, wurde herausgefunden, daß die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B des Laserdiodenchips 101 erzeugte mechanische Spannung ansteigt, wenn die Länge $L2$ der Unterlage länger wird als die Länge $L1$ des Laserdiodenchips 101.

Weiterhin wurde herausgefunden, daß ein Abschnitt, der ein relativ hohes Niveau der mechanischen Spannung aufweist, wie durch das Ergebnis der Simulation gezeigt ist, fast dem Abschnitt entspricht, der in dem aktuellen Laserdiodenchip eine Verschlechterung aufweist. Somit kann der Laserdiodenchip durch die darin während der Montage erzeugte mechanische Spannung verschlechtert werden, wodurch ein stabiles Aussenden eines Laserstrahls mit einer vorbestimmten Intensität und Wellenlänge schwierig wird.

Bei der Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem zweiten Beispiel ist speziell für den Zweck des Verhinderns einer Reflexion des Laserstrahls durch die Lotschicht 211 in der Nähe der lichtaussendenden Oberfläche 201a des Laserdiodenchips 201 die Endoberfläche 202a der Unterlage 202 von der lichtaussendenden Endoberfläche 201a des La-

serdiodenchips 201 zurückgezogen. In anderen Worten steht die Endoberfläche 201a des Laserdiodenchips 201 von der Endoberfläche 202a der Unterlage 202 vor.

Wenn der Laserdiodenchip 201 und die Unterlage 202 durch die Lotschicht 211 verbunden sind, wird in dem Laserdiodenchip 201 während der Montage davon, wie in dem Fall des ersten Beispiels, eine mechanische Spannung erzeugt. Wenn eine vorstehende Länge der Endoberfläche 201a des Laserdiodenchips 201 relativ lang ist, wird jedoch die in der Nähe der lichtaussendenden Endoberfläche 201a des Laserdiodenchips 201 erzeugte mechanische Spannung häufig aufgrund des Einflusses durch den Abschnitt des Laserdiodenchips 201, der mit der Unterlage 202 verbunden ist, relativ groß. Als Ergebnis wird der Laserdiodenchip oft verschlechtert, wie in dem Fall der Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem ersten Beispiel.

Es ist Aufgabe der vorliegenden Erfindung, eine lichtaussendende Halbleitervorrichtung vorzusehen, bei der eine Verschlechterung eines lichtaussendenden Abschnittes verhindert wird.

Die Aufgabe wird durch die lichtaussendende Halbleitervorrichtung des Anspruchs 1 oder 2 gelöst.

Weiterbildungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Eine lichtaussendende Halbleitervorrichtung entsprechend einem Aspekt der vorliegenden Erfindung ist mit einem Basismaterialabschnitt, einem Zusatzbasismaterialabschnitt und einem lichtaussendenden Abschnitt vorgesehen. Der Zusatzbasismaterialabschnitt ist auf dem Basismaterialabschnitt vorgesehen bzw. verbunden und weist eine vordere und eine hintere Endoberfläche und eine obere Oberfläche auf. Der lichtaussendende Abschnitt ist auf der oberen Oberfläche des Zusatzbasismaterialabschnittes vorgesehen bzw. verbunden und weist ein Paar von entgegengesetzten lichtaussendenden Endoberflächen zum Aussenden von Licht auf. Die vordere Endoberfläche ist im wesentlichen in der gleichen Ebene wie eine von dem Paar der lichtaussendenden Endoberflächen angeordnet und die hintere Endoberfläche ist im wesentlichen in der gleichen Ebene wie die andere der lichtaussendenden Endoberflächen angeordnet.

Entsprechend der Struktur sind die vordere und die hintere Endoberfläche des Zusatzbasismaterialabschnittes entsprechend in der gleichen Ebene wie die eine und die andere des Paares der lichtaussendenden Endoberflächen des lichtaussendenden Abschnittes angeordnet. Somit sind die Niveaus der mechanischen Spannung, die in dem lichtaussendenden Abschnitt an beiden lichtaussendenden Endoberflächen in der Nähe der Verbindung zwischen dem lichtaussendenden Abschnitt und dem Zusatzbasismaterialabschnitt während der Montage erzeugt wird, derart reduziert, daß sie ungefähr das gleiche Niveau erreichen. Als Ergebnis wird eine Verschlechterung des lichtaussendenden Abschnittes der Halbleitervorrichtung verhindert.

Eine lichtaussendende Halbleitervorrichtung entsprechend einem anderen Aspekt der vorliegenden Erfindung ist mit einem Basismaterialabschnitt, einem Zusatzbasismaterialabschnitt und einem lichtaussendenden Abschnitt vorgesehen. Der Zusatzbasismaterialabschnitt ist auf dem Basismaterialabschnitt verbunden und weist eine vordere und eine hintere Endoberfläche und eine obere Oberfläche auf. Der lichtaussendende Abschnitt ist mit der oberen Oberfläche des Zusatzbasismaterialabschnittes verbunden und weist ein Paar von entgegengesetzten lichtaussendenden Endoberflächen zum Aussenden von Licht auf. Die vordere Endoberfläche des Zusatzbasismaterialabschnittes ist von einer von dem oben erwähnten Paar von lichtaussendenden Endoberflächen um eine erste Länge zu der inneren Seite bzw. zu dem Inneren des lichtaussendenden Abschnittes zu-

rückgezogen. Die erste Länge übersteigt nicht 15% der Länge zwischen dem Paar der lichtaussendenden Endoberflächen.

Entsprechend der Struktur ist die vordere Endoberfläche des Zusatzbasismaterialabschnittes von einer lichtaussendenden Endoberfläche zu der inneren Seite des lichtaussendenden Abschnittes um die Länge zurückgezogen, die nicht 15% der Länge zwischen dem Paar der lichtaussendenden Endoberfläche übersteigt. Somit wird die mechanische Spannung, die in dem lichtaussendenden Abschnitt in der Nähe der Verbindung zwischen dem lichtaussendenden Abschnitt und dem Zusatzbasismaterialabschnitt an der Seite der einen lichtaussendenden Endoberfläche erzeugt ist, verglichen mit dem Fall, bei dem die eine lichtaussendende Endoberfläche und die vordere Endoberfläche in der gleichen Ebene angeordnet sind, reduziert. Als Ergebnis wird eine Verschlechterung des lichtaussendenden Abschnittes der Halbleitervorrichtung effektiv verhindert.

Bevorzugt ist die hintere Endoberfläche des Zusatzbasismaterialabschnittes von der anderen des Paares der lichtaussendenden Endoberflächen um eine zweite Länge zu der inneren Seite des lichtaussendenden Abschnittes zurückgezogen. Die zweite Länge übersteigt nicht 15% der Länge zwischen dem Paar der lichtaussendenden Endoberflächen.

In diesem Fall ist die mechanische Beanspruchung, die an der Seite der anderen lichtaussendenden Endoberfläche erzeugt ist, reduziert, wie in dem Fall der mechanischen Spannung, die an der Seite der einen lichtaussendenden Endoberfläche erzeugt ist. Als Ergebnis ist eine Verschlechterung des lichtaussendenden Abschnittes der Halbleitervorrichtung effektiver verhindert.

Bevorzugter liegen die erste und die zweite Länge zwischen 3% und 7% der Länge zwischen dem Paar von lichtaussendenden Endoberflächen.

In diesem Fall ist die mechanische Spannung, die in dem lichtaussendenden Abschnitt in der Nähe der Verbindung zwischen dem lichtaussendenden Abschnitt und dem Zusatzbasismaterialabschnitt an der Seite der einen oder der anderen der lichtaussendenden Endoberflächen während der Montage erzeugt wird, am deutlichsten reduziert. Als Ergebnis wird die Verschlechterung des lichtaussendenden Abschnittes der lichtaussendenden Halbleitervorrichtung am effektivsten verhindert.

Weitere Merkmale und Zweckmäßigkeiten der Erfindung ergeben sich aufgrund der folgenden Beschreibung von Ausführungsbeispielen anhand der Figuren. Von den Figuren zeigen:

Fig. 1 eine Seitenansicht, die eine Halbleiterlaservorrichtung entsprechend einem ersten Ausführungsbeispiel zeigt,

Fig. 2 ein Diagramm, das eine Verteilung einer mechanischen Spannung, die in einem Laserdiodenchip erzeugt ist, entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel zeigt,

Fig. 3 ein Diagramm, das eine Abhängigkeit der mechanischen Spannung, die in dem Mittelabschnitt des Laserdiodenchips und an der Seite einer lichtaussendenden Endoberfläche erzeugt wird, von der Länge einer Unterlage entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel zeigt,

Fig. 4 eine Seitenansicht, die eine Halbleiterlaservorrichtung entsprechend einem zweiten Ausführungsbeispiel zeigt,

Fig. 5 ein Diagramm, das eine Abhängigkeit einer mechanischen Spannung, die an der Seite einer lichtaussendenden Endoberfläche A eines Laserdiodenchips erzeugt wird, von einer überstehenden Länge T1 einer lichtaussendenden Endoberfläche entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel zeigt,

Fig. 6 eine Seitenansicht, die eine Halbleiterlaservorrichtung entsprechend einem dritten Ausführungsbeispiel zeigt,

Fig. 7 ein Diagramm, das eine Abhängigkeit einer mechanischen Spannung, die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B erzeugt wird, von einer überstehenden Länge einer lichtaussendenden Endoberfläche B entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel zeigt,

Fig. 8 ein Diagramm, das eine Abhängigkeit der mechanischen Spannung, die in dem Mittelabschnitt eines Laserdiodenchips und an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B erzeugt wird, von der überstehenden Länge der lichtaussendenden Endoberfläche B entsprechend dem dritten Ausführungsbeispiel zeigt,

Fig. 9 eine Tabelle, die für die Simulation verwendete Materialkonstanten zeigt,

Fig. 10 eine Seitenansicht, die eine lichtaussendende Halbleitervorrichtung entsprechend einem der Anmelderin bekannten ersten Beispiel zeigt,

Fig. 11 eine Seitenansicht, die eine lichtaussendende Halbleitervorrichtung entsprechend einem der Anmelderin bekannten zweiten Beispiel zeigt,

Fig. 12 eine Draufsicht, die die lichtaussendende Halbleitervorrichtung entsprechen dem der Anmelderin bekannten ersten Beispiel zeigt,

Fig. 13 eine Vorderansicht, die die lichtaussendende Halbleitervorrichtung entsprechend dem ersten der Anmelderin bekannten Beispiel zeigt,

Fig. 14 ein Diagramm, das Abschnitte zeigt, an denen eine mechanische Spannung in einem Laserdiodenchip berechnet wird,

Fig. 15 ein Diagramm, das eine Verteilung der mechanischen Spannung in dem Laserdiodenchip in Verbindung mit einer herkömmlichen Schwierigkeit zeigt, und

Fig. 16 ein Diagramm, das eine Abhängigkeit der mechanischen Spannung von einer Länge einer Unterlage in Verbindung mit der herkömmlichen Schwierigkeit zeigt.

Erstes Ausführungsbeispiel

Eine Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem ersten Ausführungsbeispiel wird mit Bezug zu den Figuren beschrieben. Wie in **Fig. 1** gezeigt ist, weist die Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem vorliegenden Ausführungsbeispiel lichtaussendende Endoberflächen A und B und einen Laserdiodenchip 1 aus einem auf GaAs basierenden Kristall auf. Der Laserdiodenchip 1 ist mit einer aktiven Schicht (nicht gezeigt) als Resonator, der eine Funktion der Lichtverstärkung durch induzierte Emission aufweist, vorgesehen. Vorbestimmte Halbleiterschichten sind auf einer oberen und einer unteren Oberfläche der aktiven Schicht gebildet. Durch Anlegen einer Spannung an eine Elektrode (nicht gezeigt), die in dem Laserdiodenchip 1 vorgesehen ist, werden Laserstrahlen, die durch die aktive Schicht verstärkt sind, von den lichtaussendenden Endoberflächen A und B ausgesendet bzw. emittiert. Der Laserdiodenchip 1 ist mit einer oberen Oberfläche eines Unterträgers bzw. einer Unterlage 2 aus Silizium durch Hartlot während der Montage verbunden, die wiederum mit einem Block 3 aus Eisen durch Hartlot verbunden ist.

In dem Fall einer Halbleiterlaservorrichtung ist speziell eine Länge L1 des Laserdiodenchips 1 entlang der Länge des Resonators im wesentlichen das gleiche wie eine Länge L2 der Unterlage 2 entlang der Länge des Resonators, und eine vordere oder eine hintere Endoberfläche C und D der Unterlage 2 sind entsprechend im wesentlichen in der gleichen Ebene wie die lichtaussendende Endoberfläche A bzw. B des Laserdiodenchips 1 angeordnet. Durch ein Strukturieren der Halbleiterlaservorrichtung, wie oben beschrieben, wird die in dem Laserdiodenchip 1 während der Montage verursachte mechanische Spannung zum Verhindern einer

Verschlechterung des Laserdiodenchips reduziert. Dies wird detaillierter beschrieben.

Fig. 2 zeigt eine relative Größe der in dem Laserdiodenchip 1 erzeugten mechanischen Spannung, die von einer dreidimensionalen Simulation der mechanischen Spannung entsprechend einem finite Elemente Verfahren, das in der Beschreibungseinleitung beschrieben ist, erhalten ist. Speziell ist die in der Nähe der Verbindung zwischen dem Laserdiodenchip 1 und der Unterlage 2 in dem Mittelabschnitt entlang einer Breite W1 erzeugte mechanische Spannung für Punkte zwischen der lichtaussendenden Endoberfläche A und der lichtaussendenden Endoberfläche B des Laserdiodenchips 1 (SA-SC-SB) berechnet, wie in dem Fall der in Verbindung mit **Fig. 14** beschriebenen Simulation. Zu der Zeit wurde als Abmessungsbereich des Laserdiodenchips (L1×W1×H1) ein Bereich zwischen 50×50×20 µm und 5000×5000×1000 µm verwendet. Zusätzlich wurden für die Abmessungen der Unterlage 2 (L2×W2×H2) und des Blocks 3 (L3×W3×H3) geeignete Abmessungen entsprechend der Abmessung des Laserdiodenchips 1 ausgewählt.

Für das Elastizitätsmodul, die Poisson'sche Konstante, den Koeffizient der linearen Ausdehnung für jeden von dem Laserdiodenchip 1 des auf GaAs basierten Kristalls, der Unterlage 2 aus Silizium, dem Block 3 aus Eisen und dem Hartlot, das Gold und Zinn enthält, wurden die in **Fig. 9** gezeigten Werte verwendet. Weiterhin wurde der Temperaturbereich zwischen 280°C, das ein Schmelzpunkt des Hartlots (Au0,8Sn0,2: Gewichtsverhältnis) ist, und 25°C, das eine Raumtemperatur ist, eingestellt.

Fig. 2 zeigt ein Ergebnis in dem Fall, bei dem die Länge L1 des Laserdiodenchips 1 entlang der Länge des Resonators gleich zu 300 µm ist. Dort ist zum Vergleich ebenfalls die in dem Laserdiodenchip 1 in dem Fall, bei dem die Länge L2 der Unterlage 2 entlang der Länge des Resonators gleich zu L1 des Laserdiodenchips 1 (L=300 µm) ist, erzeugte mechanische Spannung (S1) und die in dem Laserdiodenchip in dem Fall der der Anmelderin bekannten Halbleiterlaservorrichtung, bei der L2 länger als L1 (L=500 µm) ist, erzeugte mechanische Spannung (S2) gezeigt.

Wie sich deutlich von der mechanischen Spannung S2 in **Fig. 2** ergibt, ist die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B des Laserdiodenchips erzeugte mechanische Spannung relativ die größte in der der Anmelderin bekannten Halbleitervorrichtung. Andererseits ist, wie durch die mechanische Spannung S1 gezeigt ist, die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B erzeugte mechanische Spannung derart reduziert, daß sie ungefähr das gleiche Niveau wie das an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche A in der Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem vorliegenden Ausführungsbeispiel erreicht.

Weiterhin ist von der mechanischen Spannung S1 ersichtlich, daß die in der Nähe des Mittelabschnittes des Laserdiodenchips 1 entlang der Länge des Resonators L1 erzeugte mechanische Spannung relativ die größte in der Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem vorliegenden Ausführungsbeispiel wird. Wenn jedoch dies mit dem entsprechenden Abschnitt in der der Anmelderin bekannten Halbleiterlaservorrichtung verglichen wird, ist die mechanische Spannung davon reduziert.

Dies ist durch ein anderes Simulationsergebnis in **Fig. 3** gezeigt. **Fig. 3** zeigt die Abhängigkeit der an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B des Laserdiodenchips 1 (SB: entspricht SB in **Fig. 14**) erzeugten mechanischen Spannung und der in der Nähe des Mittelabschnittes des Laserdiodenchips 1 entlang der Länge des Resonators L1 (SC: entspricht SC in **Fig. 14**) erzeugten mechanischen Spannung von der Länge (L2) der Unterlage. Es wird angemerkt, daß die Länge des Resonators L1 des Laserdioden-

chips auf der Achse der Abszisse 1 entspricht.

Wie in Fig. 3 gezeigt ist, wird die mechanische Spannung SC graduell relativ klein, wenn die Länge L2 der Unterlage kürzer wird. Die gleiche Tendenz wird für die mechanische Spannung SB gefunden. Wenn die Länge L2 der Unterlage kürzer als eine gewisse Länge wird, wird die mechanische Spannung SB relativ zu der mechanischen Spannung SC kleiner. Anders gesagt, obwohl die in der Nähe des Mittelabschnittes des Laserdiodenchips 1 entlang der Länge L1 des Resonators erzeugte mechanische Spannung relativ die größte ist, ist sie relativ zu der der Anmelderin bekannten Halbleiterlaservorrichtung kleiner.

Wie oben beschrieben wurde, ist bei der Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die Länge L2 der Unterlage im wesentlichen die gleiche wie die Länge L1 des Laserdiodenchips 1 entlang der Länge des Resonators, und die vordere und hintere Endoberfläche C und D der Unterlage 2 sind entsprechend in der gleichen Ebene wie die lichtaussendenden Endoberflächen A und B des Laserdiodenchips 1 angeordnet. Somit wird speziell die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B erzeugte mechanische Spannung, wenn die Spannung in dem Laserdiodenchip erzeugt wird, derart reduziert, daß sie relativ das gleiche Niveau wie die erreicht, die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche A erzeugt ist. Dies ist deshalb, da die Kraft, mit der der Laserdiodenchip 1 durch die Unterlage 2 gespannt wird, reduziert ist. Als Ergebnis wird eine Verschlechterung des Laserdiodenchips 1 verhindert, wodurch die Lebensdauer der Halbleiterlaservorrichtung verlängert wird.

Zweites Ausführungsbeispiel

Eine Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel wird mit Bezug zu den Figuren beschrieben. Wie in Fig. 4 gezeigt ist, ist bei der Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem vorliegenden Ausführungsbeispiel ein Laserdiodenchip 1 auf einer oberen Oberfläche einer Unterlage 2 durch Lot verbunden. Die Unterlage 2 ist auf einem Block 3 durch Hartlot verbunden. Bei der Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem vorliegenden Ausführungsbeispiel steht speziell eine lichtaussendende Endoberfläche A des Laserdiodenchips 1 von einer vorderen Endoberfläche C der Unterlage 2 um eine vorbestimmte Länge T1 hervor. Somit wird die an der Seite einer lichtaussendenden Endoberfläche A erzeugte mechanische Spannung in der Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem vorliegenden Ausführungsbeispiel weiter reduziert. Dies wird detaillierter beschrieben.

Fig. 5 zeigt ein Berechnungsergebnis bezüglich einer Beziehung zwischen der Länge T1, um die die lichtaussendende Endoberfläche A von der vorderen Endoberfläche C der Unterlage 2 hervorsteht, und der an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche A erzeugten mechanischen Spannung (mechanische Spannung, die bei SA in Fig. 14 erzeugt ist). Es wird angemerkt, daß für eine Materialkonstante oder ähnliches einschließlich des Elastizitätsmoduls, die für die Simulation verwendet werden, eine Bedingung angewendet wurde, die ähnlich zu der ist, die für das erste Ausführungsbeispiel verwendet wurde, und Abmessungen, die für die Struktur des vorliegenden Ausführungsbeispiels geeignet sind, wurden für die Elemente ausgewählt.

In Fig. 5 stellt die Abszissenachse ein Verhältnis der überstehenden Länge T1 zu der Länge des Resonators L1 des Laserdiodenchips 1 dar. Die Ordinatenachse stellt eine relative Größe der mechanischen Spannung dar, und speziell in dem Fall, in dem die überstehende Länge T1 gleich zu 0 μm ist, entspricht die erzeugte mechanische Spannung 1.

Wie in Fig. 5 gezeigt ist, verringert sich die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche A erzeugte mechanische Spannung relativ in der Größe, wenn die lichtaussendende Endoberfläche A von der vorderen Endoberfläche C vorsteht. Dann, wenn die überstehende Länge T1 länger wird, erhöht sich die mechanische Spannung relativ. Wenn ein Verhältnis der überstehenden Länge T1 zu der Länge des Resonators L1 des Laserdiodenchips ungefähr 0,15 beträgt, erreicht die mechanische Spannung relativ das gleiche Niveau wie in dem Fall, bei dem die überstehende Länge T1 gleich zu 0 μm ist. Wenn die überstehende Länge T1 weiter ansteigt, steigt die mechanische Spannung relativ weiter an. Dies ist deshalb, da ein Abschnitt, an dem der Laserdiodenchip 1 mit der Unterlage verbunden ist, einen Abschnitt, an dem der Laserdiodenchip 1 nicht mit der Unterlage verbunden ist (ein Abschnitt der lichtaussendenden Endoberfläche), spannt. Wenn jedoch die überstehende Länge T1 weiter ansteigt, wird die mechanische Spannung reduziert, da der Abschnitt der lichtaussendenden Endoberfläche freigegeben ist.

In dem obigen ist nachgewiesen, daß die Länge T1, um die die lichtaussendende Endoberfläche A von der vorderen Endoberfläche C der Unterlage 2 vorsteht, nicht ungefähr 15% der Länge des Resonators L1 des Laserdiodenchips 1 zum Reduzieren einer an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche A erzeugten mechanischen Spannung übersteigen darf. Zusätzlich, wie von dem in Fig. 5 gezeigten Ergebnis offensichtlich ist, liegt die Länge T1 wünschenswerterweise zwischen 3% und 7% der Länge des Resonators L1 zum Erzielen einer effektiven Reduzierung der mechanischen Spannung.

Wenn die Länge des Resonators L1 beispielsweise für den Laserdiodenchip 1 der Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf 300 μm eingestellt wird, ist es wünschenswert, daß die überstehende Länge T1 nicht 45 μm übersteigt und ist auf ungefähr 10 bis 20 μm eingestellt, um am effektivsten die in dem Laserdiodenchip 1 erzeugte mechanische Spannung zu reduzieren.

Drittes Ausführungsbeispiel

Eine Halbleiterlaservorrichtung entsprechend einem dritten Ausführungsbeispiel wird nun mit Bezug zu den Figuren beschrieben. Bei der Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem zweiten Ausführungsbeispiel steht die lichtaussendende Endoberfläche A des Laserdiodenchips 1 von einer vorderen Endoberfläche C der Unterlage 2 um eine vorbestimmte Länge vor.

Wie in Fig. 6 gezeigt ist, ist das vorliegende Ausführungsbeispiel derart strukturiert, daß die lichtaussendende Endoberfläche B ebenfalls von der hinteren Endoberfläche D der Unterlage 2 zusätzlich zu der lichtaussendenden Endoberfläche A vorsteht. Andere Teile der Struktur sind die gleichen wie die der in Fig. 4 gezeigten Halbleiterlaservorrichtung. Mit der so strukturierten lichtaussendenden Halbleiterlaservorrichtung ist die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B erzeugte mechanische Spannung zusätzlich zu der an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche A reduziert.

Dies wird nun erklärt. Ein Berechnungsergebnis der Simulation betreffend einer Beziehung zwischen der Länge T2, um die die lichtaussendende Endoberfläche B von der hinteren Endoberfläche D der Unterlage 2 vorsteht, und der an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B erzeugten mechanischen Spannung (Spannung, die an SB in Fig. 14 erzeugt ist) ist in Fig. 7 gezeigt. Es wird angemerkt, daß die Materialkonstanten, wie zum Beispiel das Elastizitätsmodul oder ähnliches, die für die Simulation verwendet

werden, die gleichen sind, wie die, die in dem ersten Ausführungsbeispiel verwendet wurden, und Abmessungen, die für die Struktur des vorliegenden Ausführungsbeispiels geeignet sind, wurden ausgewählt und verwendet.

In Fig. 7 stellt die Abszissenachse ein Verhältnis der überstehenden Länge T2 zu der Länge des Resonators L1 des Laserdiodenchips 1 dar. Die Ordinatenachse stellt eine relative Größe der mechanischen Spannung dar, und speziell entspricht die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B in dem Fall, bei dem die überstehende Länge T2 gleich zu 0 μm ist, erzeugte mechanische Spannung 1.

Wie in Fig. 7 gezeigt ist, ist die Tendenz der Abhängigkeit der an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B erzeugten mechanischen Spannung von der überstehenden Länge T2 ähnlich zu der, die in Fig. 5 gezeigt ist und in dem zweiten Ausführungsbeispiel beschrieben ist. Genauer verringert sich vorübergehend die Größe relativ und erhöht sich dann, wenn die lichtaussendende Endoberfläche A von der hinteren Endoberfläche D der Unterlage 2 vorsteht. Wenn das Verhältnis der überstehenden Länge T2 zur Länge des Resonators L1 des Laserdiodenchips 1 ungefähr 0,15 beträgt, erreicht die mechanische Spannung das gleiche Niveau wie in dem Fall, bei dem die überstehende Länge T2 gleich zu 0 μm ist. Wenn die überstehende Länge T2 weiter ansteigt, steigt die mechanische Spannung ebenfalls relativ an. Es wird angemerkt, daß ein deutlicher Unterschied für die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B erzeugten mechanischen Spannung entsprechend der überstehenden Länge T1, um die die lichtaussendende Endoberfläche A von der vorderen Endoberfläche C der Unterlage 2 vorsteht, nicht gefunden wird.

Zusätzlich zu dem in Fig. 7 gezeigten Ergebnis ist ein Berechnungsergebnis, das für die mechanische Spannung SC (entsprechend zu SC in Fig. 14) erhalten ist, die in dem Mittelabschnitt des Laserdiodenchips 1 erzeugt ist, in Fig. 8 gezeigt. Wie in Fig. 8 gezeigt ist, nimmt die in dem Mittelabschnitt erzeugte mechanische Spannung graduell ab, wenn die überstehende Länge T2 der lichtaussendenden Endoberfläche B ansteigt. Wenn das Verhältnis der überstehenden Länge T2 der lichtaussendenden Endoberfläche B zur Länge des Resonators L1 des Laserdiodenchips 1 ungefähr 0,15 übersteigt, wird die mechanische Spannung SC relativ kleiner als die mechanische Spannung SB, die an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B erzeugt ist.

Wie in dem obigen darf zum Reduzieren der an der Seite der lichtaussendenden Endoberfläche B erzeugten mechanischen Spannung die Länge T2, um die die lichtaussendende Endoberfläche B von der hinteren Endoberfläche D der Unterlage 2 vorsteht, nicht ungefähr 15% der Länge des Resonators L1 des Laserdiodenchips 1 übersteigen. Weiterhin ist die Länge T2 wünschenswerterweise zwischen 3% und 7% der Länge des Resonators L1 derart eingestellt, daß die mechanische Spannung effektiv reduziert wird.

Wenn zum Beispiel die Länge des Resonators L1 des Laserdiodenchips 1 der Halbleiterlaservorrichtung entsprechend dem vorliegenden Ausführungsbeispiel auf 300 μm eingestellt ist, ist es wünschenswert, daß die überstehenden Längen T1 und T2, um die die lichtaussendenden Endoberflächen A und B des Laserdiodenchips 1 entsprechend von der vorderen und hinteren Endoberfläche C und D der Unterlage 2 vorstehen, nicht ungefähr 45 μm in Berücksichtigung des Ergebnisses des zweiten Ausführungsbeispiels übersteigen. Zum Erhalten der effektivsten Reduzierung der mechanischen Spannung ist weiterhin jede überstehende Länge wünschenswerterweise auf ungefähr 10 μm bis 20 μm eingestellt. In der Halbleiterlaservorrichtung, die oben beschrieben wurde, kann die Verschlechterung des Laserdiodenchips zum Verlängern der Lebensdauer der Halb-

leiterlaservorrichtung verhindert werden.

Es wird angemerkt, daß obwohl in jedem der oben beschriebenen Ausführungsbeispiele Silizium und Eisen für die Unterlage und den Block entsprechend verwendet werden und Hartlot (Au0,8Sn0,2: Gewichtsverhältnis) ebenfalls verwendet wird, SiC, AlN oder ähnliches für die Unterlage verwendet werden kann. Weiterhin können Kupfer, Silber, Molybdän oder ähnliches für einen Block verwendet werden. Ein Lot kann anstatt des Hartlots verwendet werden.

Sogar wenn diese Materialien verwendet wurden, wurde eine Tendenz, die ähnlich zu der ist, die in jedem Ausführungsbeispiel von dem ersten bis dritten Ausführungsbeispiel erhalten wurde, durch Anwenden der in Fig. 9 gezeigten Material konstanten erhalten. Weiterhin wird eine ähnliche Tendenz für die mechanische Spannung erhalten, wenn die Abmessung des Laserdiodenchips zwischen 50x50x20 μm und 5000x5000x1000 μm ist und die Abmessungen der Unterlage und des Blocks geeignet der Abmessung des Laserdiodenchips und der Anordnung der Halbleiterlaservorrichtung, die in jedem der Ausführungsbeispiele gezeigt ist, entsprechen.

Zusätzlich können, obwohl der auf GaAs basierende Laserdiodenchip für eine kurze Wellenlänge verwendet wird, ein auf AlGaInP basierender Laserdiodenchip, der ein rotes Licht emittiert, oder ein auf InP basierender Laserdiodenchip für eine lange Wellenlänge zum Erzielen einer ähnlichen Tendenz für die mechanische Spannung, wie sie in dem ersten bis dritten Ausführungsbeispiel erzielt wird, verwendet werden.

Patentansprüche

1. Lichtaussendende Halbleitervorrichtung mit einem Basismaterialabschnitt (3), einem auf dem Basismaterialabschnitt (3) verbundenen Zusatzbasismaterialabschnitt (2), der eine vordere Endoberfläche (C), eine hintere Endoberfläche (D) und eine obere Oberfläche aufweist, und einem lichtaussendenden Abschnitt (1), der auf der oberen Oberfläche des Zusatzbasismaterialabschnittes (2) verbunden ist und ein Paar von entgegengesetzten lichtaussendenden Endoberflächen (A, B), die Licht aussenden, aufweist, wobei die vordere Endoberfläche (C) im wesentlichen in einer gleichen Ebene wie eine von dem Paar der lichtaussendenden Endoberflächen (A, B) angeordnet ist und die hintere Endoberfläche (D) im wesentlichen in einer gleichen Ebene wie die andere von dem Paar der lichtaussendenden Endoberflächen (A, B) angeordnet ist.
2. Lichtaussendende Halbleitervorrichtung mit einem Basismaterialabschnitt (3), einem auf dem Basismaterialabschnitt (3) verbundenen Zusatzbasismaterialabschnitt (2), der eine vordere Endoberfläche (C), eine hintere Endoberfläche (D) und eine obere Oberfläche aufweist, und einem lichtaussendenden Abschnitt (1), der auf der oberen Oberfläche des Zusatzbasismaterialabschnittes (2) verbunden ist und ein Paar von entgegengesetzten lichtaussendenden Endoberflächen (A, B), die Licht aussenden, aufweist, wobei die vordere Endoberfläche (C) des Zusatzbasismaterialabschnittes (2) von einer lichtaussendenden Endoberfläche (A) des Paares der lichtaussendenden Endoberflächen (A, B) zu einer inneren Seite des lichtaussendenden Abschnittes (1) um eine erste Länge (T1) zurückgezogen ist und

die erste Länge (T1) gleich oder kleiner als 15% einer Länge (L1) zwischen dem Paar der lichtaussendenden Endoberflächen (A, B) ist.

3. Lichtaussendende Halbleitervorrichtung nach Anspruch 2, bei der die hintere Endoberfläche (D) des Zusatzbasismaterialabschnittes (2) von einer lichtaussendenden Endoberfläche (B) des Paares von lichtaussendenden Endoberflächen (A, B) zu der inneren Seite des lichtaussendenden Abschnittes (1) um eine zweite Länge (T2) zurückgezogen ist und

die zweite Länge (T2) gleich zu oder kleiner als 15% der Länge (L1) zwischen dem Paar der lichtaussendenden Endoberflächen (A, B) ist.

4. Lichtaussendende Halbleitervorrichtung nach Anspruch 2 oder 3, bei der die erste Länge (T1) zwischen 3% und 7% der Länge (L1) zwischen dem Paar der lichtaussendenden Endoberflächen (A, B) liegt.

5. Lichtaussendende Halbleitervorrichtung nach Anspruch 3, bei der die zweite Länge (T2) zwischen 3% und 7% der Länge (L1) zwischen dem Paar der lichtaussendenden Endoberflächen (A, B) liegt.

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

25

30

35

40

45

50

55

60

65

FIG.1

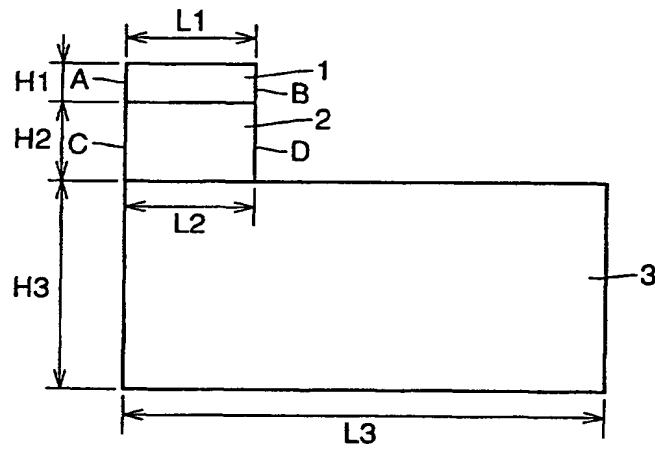


FIG.2

beliebige
Einheit

mechanische
Spannung

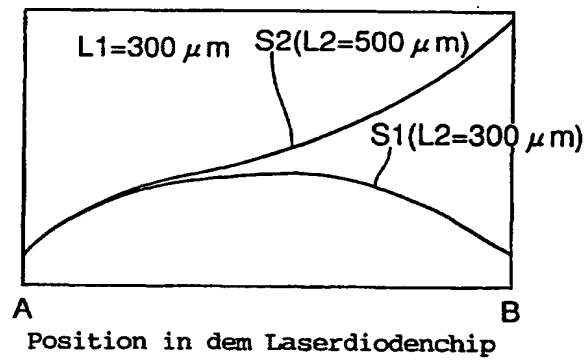


FIG.3

beliebige
Einheit

mechanische
Spannung

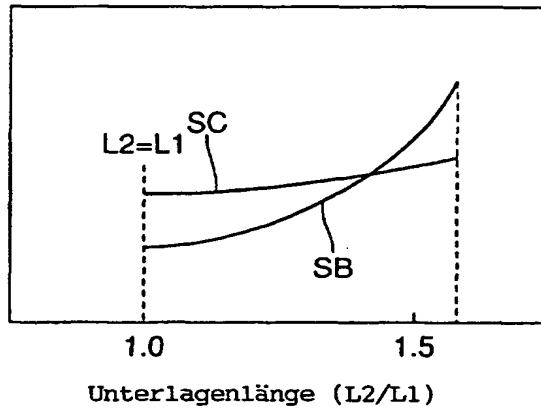


FIG.4

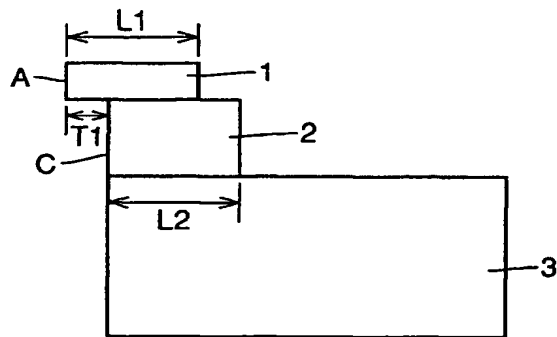


FIG.5

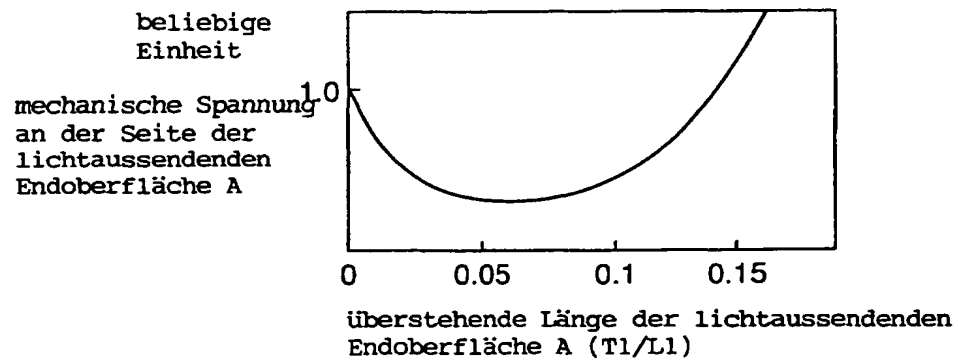


FIG.6

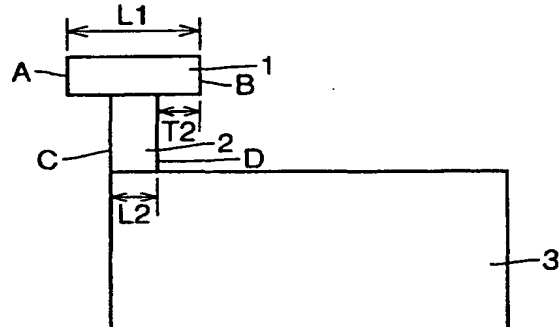


FIG.7

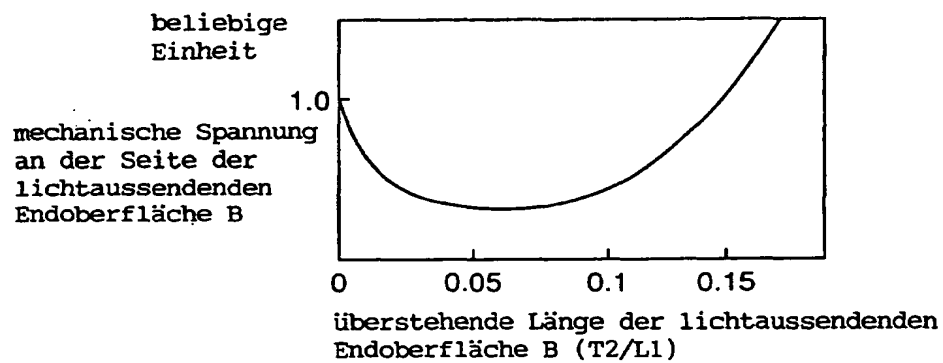


FIG.8

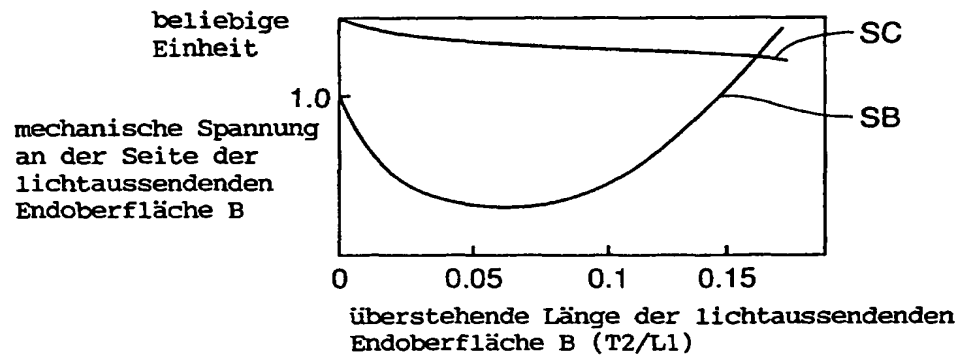


FIG.9

Materialkonstanten

Einheit		Elastizitäts- modul ($1 \cdot 10^{10} \text{ N/m}^2$)	Poissonsche Konstante (-)	Längenausdehnungs- koeffizient ($1 \cdot 10^{-6} / ^\circ\text{C}$)				Schmelz- punkt $^\circ\text{C}$
				100K	293K	500K	800K	
Laserdiodechip	GaAs	8.547	0.3162	(291~560K)				
Unterlage	Si	18.6004	0.19	2.33 nicht bekannter Temperaturbereich				
	SiC	29.9802	0.19	3.7 nicht bekannter Temperaturbereich				
	AlN	33.32	0.3	4.4 nicht bekannter Temperaturbereich				
	Cu	12.98	0.343	10.3	16.5	18.3	20.3	
Block	Ag	8.27	0.367	14.2	18.9	20.60	23.7	
	Mo	32.2783	0.3	5.1 nicht bekannter Temperaturbereich				
	Fe	20.6	0.283	5.6	11.8	14.4	20.3	
	FeNi (Invar)	14.4	0.259	1.4	0.13	5.1	17.1	
Lot	Au0.8 Sn0.2	6.43	0.433	15.93 nicht bekannter Temperaturbereich				280
	Pb0.4 Sn0.6	3.01915	0.39	24.3 nicht bekannter Temperaturbereich				190
	Pb0.15 Sn0.85	4.1834	0.369	23.2 nicht bekannter Temperaturbereich				210
	In0.6 Pb0.4	0.82681	0.458	30.5 nicht bekannter Temperaturbereich				190
Beschichtung	Au	7.8	0.44	11.8	14.2	15.40	17.0	

FIG.10

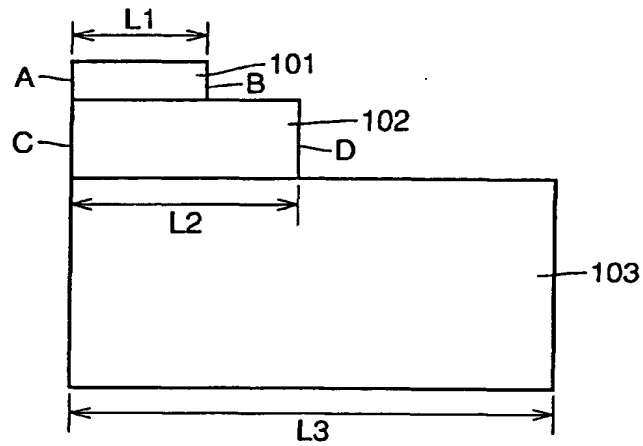


FIG.11

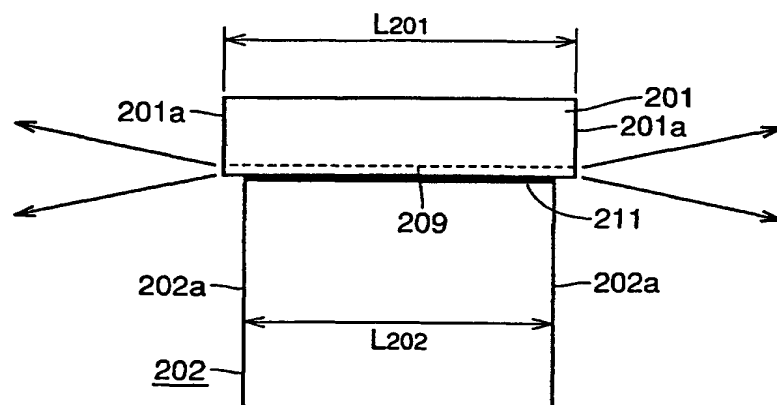


FIG. 12

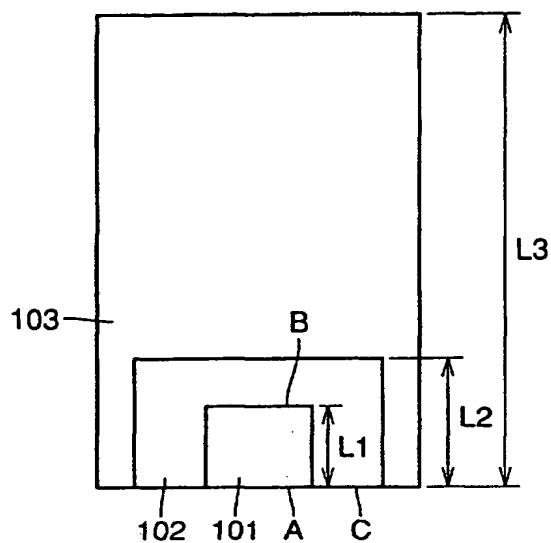


FIG. 13

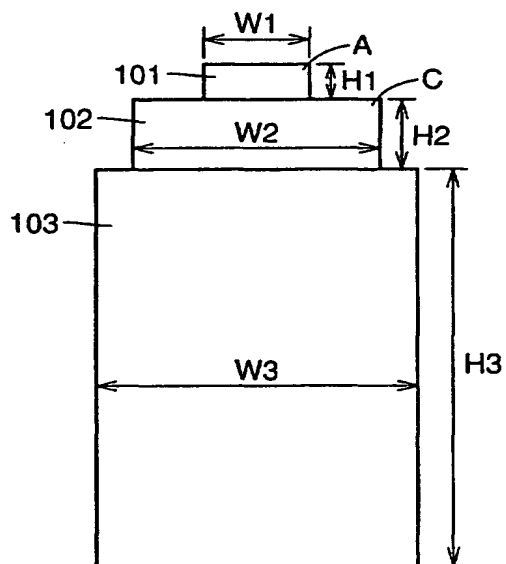


FIG.14

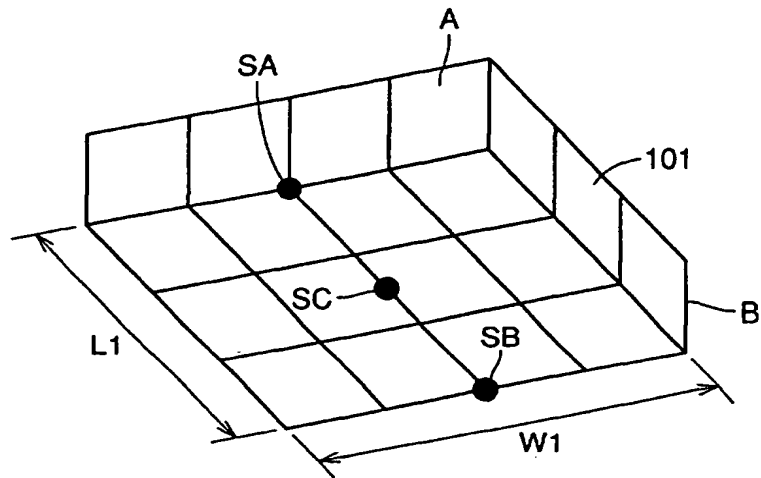


FIG. 15

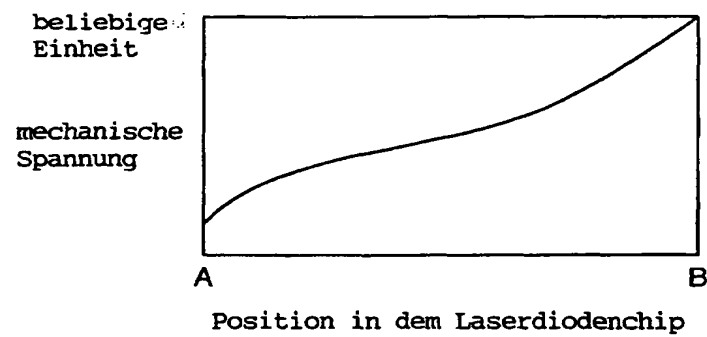
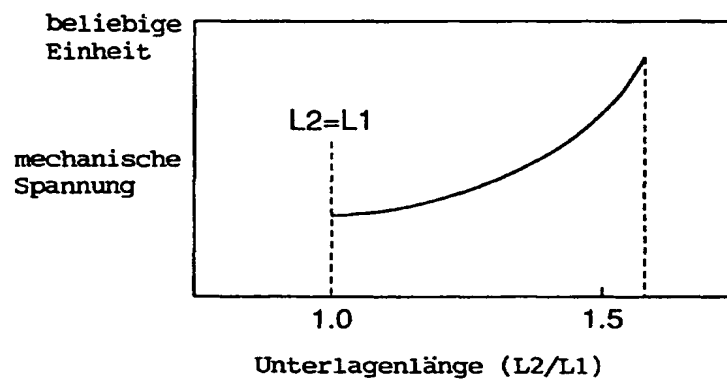


FIG. 16



Light-emitting semiconductor e.g. semiconductor laser for optical communications

Patent Number:

DE19900335

Publication date:

1999-12-23

Inventor(s):

MOTODA TAKASHI (JP)

Applicant(s):

MITSUBISHI ELECTRIC CORP (JP)

Requested Patent:

DE19900335

Application Number:

DE19991000335 19990107

Priority Number(s):

JP19980174713 19980622

IPC Classification:

H01S3/025; H01L33/00

EC Classification:

H01S5/02H

Equivalents:

JP2000012959, KR2000005598

Abstract

The light-emitting semiconductor has a base material block (3) and an auxiliary material substrate (2) supporting a light-emitting section (1), e.g. a laser chip, with the front end face (C) of the substrate set back from the light-emitting face (A) of the light-emitting section by a distance (T1) which is up to 15 % of the length (L) of the light-emitting section.

Data supplied from the esp@cenet database - 12

Docket # P2001.0258

Applic. # _____

Applicant: GEORG BOGNER ET AL.

Lerner and Greenberg, P.A.

Post Office Box 2480

Hollywood, FL 33022-2480

Tel: (954) 925-1100 Fax: (954) 925-1101